



BEBIDAS

// La mejor cerveza artesana es extremeña.

ELABORADOS

// ¿Se agota el cacao en el mundo?

DISTRIBUCIÓN

// Guerra abierta en los supermercados online.

Envases inteligentes que mejoran los zumos

Cada vez más consumidores están dispuestos a pagar más por un producto natural y funcional.

Las funciones principales de los envases son la contención del alimento y su protección y preservación de la contaminación externa, contribuyendo también a la comodidad, el marketing y la comunicación con el consumidor. Los envases tradicionales de alimentos son meras barreras pasivas, destinadas a retrasar los efectos adversos del ambiente sobre el producto alimenticio (Brody et al., 2008). Frente a estos aparecen los denominados envases activos y envases inteligentes. El Reglamento 1935/2004/CE y el Reglamento 450/2009/EC definen materiales y objetos activos como: "los destinados a ampliar el tiempo de conservación, o a mantener o mejorar el estado de los alimentos envasados".

Están diseñados para incorporar deliberadamente componentes que liberan o absorben sustancias, en o de los alimentos envasados o el entorno de éstos. Por otro lado, los materiales y objetos inteligentes se definen en estos Reglamentos como: "materiales y objetos que supervisan el estado de los alimentos envasados o el entorno de éstos" (Restuccia et al., 2010).

"El mercado global para los envases activos e inteligentes se duplicará entre 2011 y 2021"



Figura 1.- Botellas plásticas para vino que incorporan mezclas con las partículas de PET la tecnología DiamondClear® para absorción de oxígeno.

Según el estudio *The Active, Intelligent and Smart Food and Drink Packaging Market 2011-2021*, realizado por Visiongane, el mercado global para los envases activos e inteligentes se duplicará entre los años 2011 y 2021, creciendo a una tasa anual de 8% hasta 2016, alcanzando 17.230 millones de dólares y posteriormente a una tasa anual de 7,7%, llegando a 24.650 millones de dólares en 2021, superando significativamente el incremento de la demanda global de envases. Adicionalmente, se pronostican varios mercados relevantes para este tipo de envases durante la próxima década, siendo Estados Unidos el más importante, con un crecimiento compuesto anual de 7,4%, alcanzando 3.600 millones US\$; en Europa destacarán Reino Unido con 1.270 millones US\$, y Alemania con 1.400 millones US\$ (Quezada, 2013). Este avance se verá impulsado

por la disponibilidad de desarrollos cada vez con precios más razonables, por la aparición de nuevas normativas dirigidas a mejorar la seguridad alimentaria y el aprovechamiento de las aplicaciones para teléfonos inteligentes (Freedonia, 2011).

El sector de los zumos y batidos de frutas-hortalizas

Se puede apreciar de forma muy clara la tendencia de los consumidores a aumentar el consumo de alimentos cada vez más saludables y de origen natural. Según el informe de mercado de 2014 publicado por la Asociación Europea de Zumos de Fruta (AIJN, 2014) en el mercado de zumos y néctares de frutas se constata una tendencia hacia una disminución de la cantidad consumida pero de productos de mejor calidad. Como resultado se ha registrado un incremento (del 1,7% en 2013 vs 2012) en el consumo de productos refrigerados a partir de no concentrados frente a la disminución del 6,8% experimentado en el consumo de zumos y néctares estables a temperatura ambiente y preparados a partir de concentrados. Muchos consumidores parecen estar preparados para pagar un poco más por un producto más natural, funcional y de calidad "Premium". Crece de forma constante la innovación en el sector con la aparición de nuevos zumos de frutas, mixtos (frutas con hortalizas) e incluso de zumos o batidos de verduras. En el sector de los zumos de verduras ya hay muchos fabricantes interesados en ofrecer un producto saludable y atractivo para conseguir alzarse con un mercado muy jugoso y todavía sin explotar.

Los zumos de frutas-hortalizas refrigerados a partir de no concentrados, listos para su consumo, con un elevado valor nutricional y dirigidos a facilitar el consumo de frutas y hortalizas a la población en general pero especialmente a niños,

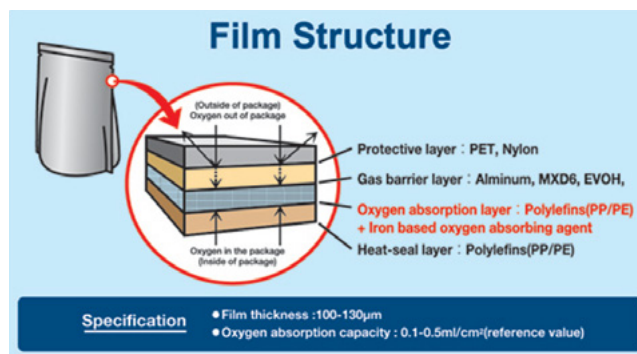


Figura 2.- Estructura del film plástico que incorpora una capa de absorción de oxígeno Ageless Omac®.

ancianos, y otras personas con necesidades especiales es un tipo de producto en el que el empleo de un envase activo y/o inteligente supone una interesante opción. La incorporación del envase activo posibilita una mayor vida útil y/o una mejora de la cali-

dad del alimento, y la del envase inteligente permite a este tipo de consumidor, muy sensibilizado, visualizar con facilidad el estado de conservación y frescura del alimento. En un paso más en la agregación de valor al producto, el aprovechamiento de las actuales tecnologías de la comunicación y la información permiten la interacción de los consumidores con los envases a través de aplicaciones para teléfonos inteligentes o tabletas.

"Un envase activo puede alargar la vida útil o mejorar la calidad del alimento"

Los envases activos en zumos

Como ya se ha introducido, los envases activos permiten a los envases interactuar con los alimentos y su medio ambiente y desempeñar un papel dinámico en la conservación de alimentos (Brody et al., 2008; De Jong et al., 2005). Del mercado total y global de envases activos e inteligentes, el 51% está destinado a alimentos sólidos y sólo el 19% a bebidas o líquidos debido a la mayor dificultad de implementación. Uno de los elementos activos más extendidos a nivel comercial y potencialmente aplicable a zumos y batidos refrigerados

a partir de frutas y hortalizas frescas, son los **absorbedores de oxígeno**, que eliminan el oxígeno en el envase limitando el crecimiento de microorganismos aerobios, y las reacciones de oxidación responsables de cambios de color, desarrollo de aromas y sabores desagradables y pérdidas nutricionales en el alimento durante su conservación (Ozdemir and Floros, 2004). Los absorbedores basados en diversos reactivos que tienen afinidad por el oxígeno se han incorporado en cierres de botellas, coronas y tapas o mezclados con polímeros plásticos (por lo general de poliéster (PET)), para absorber el oxígeno del espacio de cabeza de la botella y cualquier volumen de oxígeno que pueda entrar en el envase (Kerry and Butler, 2008).

Por ejemplo la empresa Plastipak Packaging, Inc. ha desarrollado la tecnología de absorción de oxígeno DiamondClear® (<http://www.constar.net/technologies/diamond/>), este absorbedor se mezcla con el PET para fabricar envases perfectamente transparentes para alimentos sensibles al oxígeno como zumos, té, cervezas, vinos, etc... (Figura 1). DiamondClear® está aprobado por la FDA (Food and Drug Administration) de Estados Unidos para entrar en contacto con todo tipo de alimentos incluso en condiciones de llenado del envase en caliente. Ageless Omac® es un film absorbedor de oxígeno fabricado por Mitsubishi Gas Chemical America Inc. <http://ageless.mgc-a.com/product/ageless-omac/> de aplicación en alimentos líquidos y pasteurizados, tales como sopas, salsas, zumos y frutas en almíbar (Figura 2 y Figura 3). Los absorbedores de oxígeno se muestran así como una alternativa al uso de aditivos alimentarios en la ampliación de la vida útil de los alimentos.

Los **envases liberadores de nutrientes (Nutrient Release Packaging)** son otro tipo de

"Los envases liberadores de nutrientes permiten añadir vitaminas y minerales a los zumos en el momento de consumo"

envases activos capaces de liberar, en el momento de consumo, nutrientes que de otro modo pueden no conservarse en soluciones líquidas tales como vitaminas y minerales. La sustancia activa, en polvo o en un comprimido, se puede colocar en el

sistema de cierre aislada del líquido, tal que el giro del mecanismo de apertura o simplemente la agitación del envase libere y mezcle los nutrientes en el líquido (Kerry and Butler, 2008). Otra opción es la desarrollada por la compañía Ball Packaging Europe con la Tecnología FreshCan, consistente en una cápsula que se introduce en el interior de la lata con la bebida, de forma que en el momento de la apertura la cápsula libera la materia activa (Figura 4).

Los envases inteligentes

Los **envases inteligentes** están diseñados para monitorear y comunicar información sobre la calidad de los alimentos (Brody et al., 2008). Algunos ejemplos de elementos que se incorporan a un envase inteligente son los indicadores de tiempo-temperatura (TTI), los indicadores de madurez y los sistemas de identificación por radiofrecuencia (RFID), en los que pueden incor-

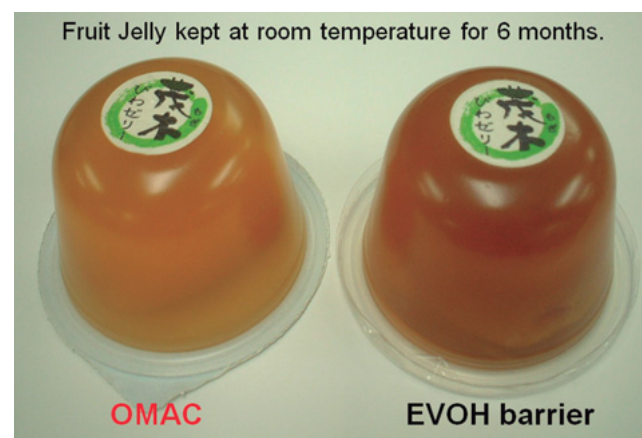


Figura 3.- Evolución del color de una jalea de frutas mantenida a temperatura ambiente durante 6 meses.

porarse pequeños sensores. Todos estos dispositivos se pueden integrar en los materiales del paquete o fijar en el envase. Para facilitar esta exposición clasificaremos los dispositivos incluidos en los envases inteligentes en tecnologías de diagnóstico, que identifican y comunican de una forma simple un evento anómalo en la historia del envase, y en tecnologías de información, que ponen a disposición del consumidor una mayor y más compleja información sobre el producto.

Entre las **tecnologías de diagnóstico** se destacan por su potencial aplicabilidad en envases para zumos y batidos de hortalizas frescas los indicadores tiempo-temperatura y los indicadores de integridad del envase.

a) Los **indicadores tiempo-temperatura TTIs**, son "etiquetas inteligentes" de bajo coste, que pueden mostrar un cambio dependiente del efecto tiempo-temperatura fácilmente medible. El principio de operación es un cambio irreversible mecánico, químico, enzimático o microbiológico, generalmente expresado como una respuesta visible en forma de una deformación mecánica, la aparición o el cambio de color. La tasa de cambio es dependiente de la temperatura, aumentando a temperaturas más altas de manera similar a las reacciones responsables del deterioro de la calidad del producto. La respuesta visible de la TTI refleja por tanto la historia acumulativa de tiempo-temperatura del producto que acompaña y podría incluso ser objeto de supervisión mediante la puesta a punto de sistemas de visión artificial en los distintos puntos de la cadena de frío.

Algunos de los dispositivos actualmente disponibles en el mercado y de aplicación en este tipo de productos son adhesivos de pequeño tamaño que se pegan a

*"Los indicadores
tiempo-temperatura avisan
de los cambios en el
producto causados por la
temperatura"*



Figura 4.- Envase liberador de vitaminas y minerales en el momento del consumo: aplicación en una bebida comercial de naranja.

la parte externa del envase como OnVu™ (Bizerba GmbH & Co KG) o Fresh-Check® (TEMPTIME Corporation) (Figura 6).

b) **Los indicadores de integridad del envase** son elementos inteligentes que se basan en la detección de la presencia de oxígeno y que se suelen implementar en alimentos que están envasados en atmósferas con baja concentración de O₂ (0-2%). En estos productos fugas por rotura de cierres o envases producen un aumento significativo de la concentración de oxígeno.

En el caso de alimentos líquidos como los zumos y batidos de frutas y hortalizas frescos, se pueden utilizar indicadores colorimétricos de oxígeno activados por luz ultravioleta (UV). Estos indicadores contienen, entre otros elementos,

un colorante o tinta redox y un polímero de recubrimiento y se aplican a la parte interna del film plástico empleado en la fabricación del envase. La tinta pierde su color rápidamente al ser expuesta a la luz UV y permanece incolora en au-



Figura 5.- Izquierda: Tapones plásticos roscados equipados con un sistema RFID. Derecha: Primera lata metálica que incorpora un sistema de trazabilidad individual por RFID desarrollada en 2008.

sencia de oxígeno pero recupera su color original cuando se detecta oxígeno en el envase.

Se están desarrollando indicadores que emplean alginato como polímero de recubrimiento. El alginato al unirse a un colorante redox evita que el tinte lixivie en el agua del alimento. Este novedoso indicador basado en alginato no sólo es altamente resistente a las fugas de tinte, sino que también es rápido en la recuperación del color ante la presencia de oxígeno (Vu and Won, 2013).

Entre las **tecnologías de información** aplicables en envases inteligentes destaca el empleo de sistemas RFID y sistemas interactivos.

- c) Los **sistemas RFID**. RFID es sinónimo de identificación por frecuencia de radio y es un término genérico para tecnologías inalámbricas que utilizan ondas de radio para identificar automáticamente elementos individuales. La trazabilidad es una de sus aplicaciones más importantes, pero la posibilidad de incorporar etiquetas RFID en un envase, asociados con los sensores adecuados y autónomas desde el punto de vista de alimentación y almacenamiento de datos, puede proporcionar una base de datos móvil que acompañe al producto y lleva potencialmente todos los detalles necesarios sobre el producto y su historia (Jimenez-Ariza et al., 2014; Kerry and Butler, 2008; Singh, 2013).

Los sistemas RFID que en la actualidad se pueden incorporar en el material del envase responden mayoritariamente a propósitos de identificación y trazabilidad. De entre los existentes destaca la tecnología **In mold labelling** que permite integrar el RFID directamente en el molde de inyección (www.hekuma.com), o los tapones instrumentados, tapones roscados para envases tipo PET o latas que ya incorporan la tarjeta RFID y la microantena (www.toyo-seikan.co.jp).

La trazabilidad mediante tecnología RFID es definitivamente una importante contribución a la seguridad alimentaria, pero la posibilidad de incorporar sensorica específica a las unidades RFID le confiere además la utilidad de registrar la historia de temperatura, humedad relativa, exposición a luz o a impactos seguida por el producto. Frente a los indicadores, que no pueden proporcionar información cuantitativa acerca de la magnitud medida ni almacenar los datos de medición aparecen estos dispositivos. Están especialmente implantadas a nivel comercial sistemas RFID de tipo semipasivo que integran un sensor de temperatura como TempTrip® (de Sealed Air con un tamaño similar a una tarjeta de crédito) o easy2log® A927ZET (de CAENRFID con forma de lápiz). Ambos dispositivos están orientados a la su-

"Ya existen tecnologías para integrar las etiquetas de radiofrecuencia directamente en los tapones"

pervisión de la temperatura de pallets o embalajes secundarios no de envases individuales.

La tecnología de electrónica impresa permite la aparición de nuevos desarrollos, así la empresa ThinFilm Electronics ASA acaba de lanzar al mercado un sensor de temperatura con memoria y comunicación inalámbrica, fabricado con la tecnología de electrónica impresa sobre sustratos flexibles y con un coste de un décima a una centésima parte del de la electrónica convencional (Figura 7).

Estas etiquetas inteligentes van a empezar a ser utilizadas por la fabricante de envases plásticos Bemis Company, Inc. para la supervisión del historial de temperaturas de envases individuales. Estos desarrollos pueden ser una importante aportación para llevar el *Internet de las cosas* incluso a los artículos de menor precio (Vanderroost et al., 2014).

- d) **Los sistemas interactivos** son aquellas tecnologías disponibles a través de los teléfonos inteligentes y tabletas como los códigos QR (quick response), la realidad aumentada (AR) y los sistemas de Comunicación de Campo Cercano NFC (near field communication).

El código QR es un tipo de código de barras matricial bidimensional, ópticamente legible, que se ha vuelto común en la publicidad y marketing de productos y servicios. Al escanear un **código QR** se redirige al consumidor a una

“Los sistemas interactivos permiten que el envase interactúe con el consumidor a través de los teléfonos inteligentes y tabletas”

página web donde es posible interactuar con la marca de varias maneras obteniendo información sobre el producto (origen, recetas, características nutricionales, presentaciones, etc.).

La **AR** es el término que se usa para definir una visión directa o indirecta de un entorno físico del mundo real, cuyos elementos se combinan con elementos virtuales para la creación de una realidad mixta en tiempo real. Sobre la imagen real captada por la óptica del dispositivo móvil aparecen estímulos sensoriales generados por ordenador como sonido, imágenes de video o gráficos.

NFC es una tecnología de comunicación inalámbrica, de corto alcance y alta frecuencia que permite el intercambio de datos entre dispositivos, de forma que el consumidor puede leer directamente con su teléfono un sistema RFID

disponible en el envase y pasar esa información de un dispositivo móvil a otro sin necesidad de contacto entre ellos. El consumidor mediante medios inalámbricos puede ahora interactuar con la información personalizada en el tiempo y lugar en el que va adquirir su producto.

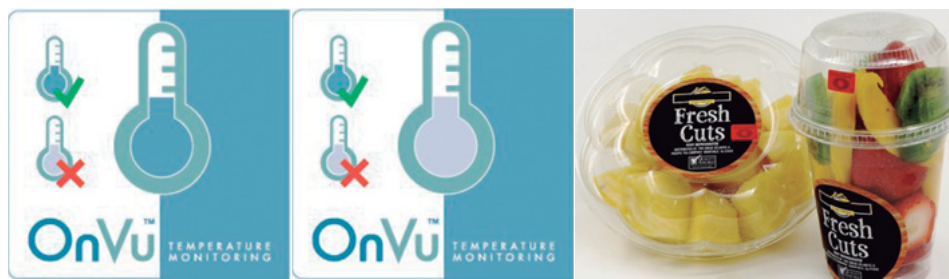


Figura 6.- Ejemplo de indicadores tiempo-temperatura. Ambos son pegatinas de pequeño tamaño y bajo coste que responden al cambio de temperatura con un cambio de color.

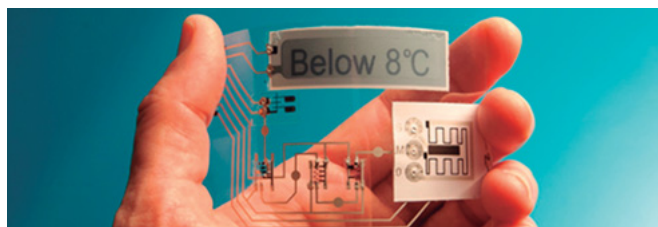


Figura 7.- A la derecha ejemplo de un circuito electrónico impreso flexible y a la izquierda aplicación de esta tecnología en el desarrollo de un sensor de temperatura integrado directamente en el envase.

"Gracias a los avances tecnológicos y su abaratamiento, los envases activos e inteligentes pronto serán frecuentes en nuestras estanterías"

Los estudios han indicado que el 79% de los propietarios de teléfonos inteligentes utilizan sus teléfonos como herramienta de ayuda para compras, la comparación de precios, la búsqueda de información adicional sobre el producto, etc. (Singh, 2013). El fabricante de un producto "Premium" debe contemplar la posibilidad de incluir en sus envases algún sistema que asegure la interactividad con el consumidor.

Para concluir

La alta penetración de tecnologías que posibilitan el acceso a la información en todos los ámbitos y en tiempo real, junto con el abaratamiento de las tecnologías que permiten la actuación y monitorización sobre los envases individuales, son las razones tecnológicas que se combinan con otras razones legislativas y sociológicas, como las demandas y las exigencias de unos consumidores formados y una normativa cada vez más restrictiva, para hacer suponer que los envases activos e inteligentes serán muy pronto realidades frecuentes en nuestras estanterías.

En este trabajo se presentan algunas de las soluciones que ya existen en el mercado y otras que estarán disponibles en un futuro muy próximo para incorporar/integrar en los envases tradicionalmente empleados en productos líquidos como zumos y batidos de frutas y hortalizas frescos, elementos activos e inteligentes que jugarán un papel importante en la diferenciación de estos productos en los mercados de los países europeos.

Referencias

- 1.- AIJN. (2014) Liquid Fruit. Market Report, European Fruit Juice Association. pp. 44.
- 2.- Brody A.L., Bugusu B., Han J.H., Sand C.K., McHugh T.H. (2008) Innovative food packaging solutions. *Journal of Food Science* 73:R107-R116. DOI: 10.1111/j.1750-3841.2008.00933.x.
- 3.- De Jong A.R., Boumans H., Slaghek T., Van Veen J., Rijk R., Van Zandvoort M. (2005) Active and intelligent packaging for food: Is it the future? *Food Additives and Contaminants* 22:975-979. DOI: 10.1080/02652030500336254.
- 4.- Freedonia. (2011) Active & Intelligent Packaging. US Industry Study with Forecasts for 2015 & 2020. *INDUSTRY MARKET RESEARCH FOR BUSINESS LEADERS, STRATEGISTS, DECISION MAKERS*:302.
- 5.- Jimenez-Ariza T., Correa E.C., Diezma B., Silveira A.C., Zocalo P., Arranz F.J., Moya-Gonzalez A., Garrido-Izard M., Barreiro P., Ruiz-Altisent M. (2014) The Phase Space as a New Representation of the Dynamical Behaviour of Temperature and Enthalpy in a Reefer monitored with a Multidistributed Sensors Network. *Food and Bioprocess Technology* 7:1793-1806. DOI: 10.1007/s11947-013-1191-8.
- 6.- Kerry J., Butler P. (2008) *Smart Packaging Technologies for Fast Moving Consumer Goods* John Wiley & Sons Ltd.
- 7.- Ozdemir M., Floros J.D. (2004) Active food packaging technologies. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 44:185-193. DOI: 10.1080/10408690490441578.
- 8.- Quezada I. (2013) Envases activos e inteligentes: Tendencias y principales aplicaciones para el comercio de carne. *Agrimundo. Inteligencia Competitiva para el sector Agroalimentario*:3.
- 9.- Restuccia D., Spizzirri U.G., Parisi O.I., Cirillo G., Curcio M., Iemma F., Puoci F., Vinci G., Picci N. (2010) New EU regulation aspects and global market of active and intelligent packaging for food industry applications. *Food Control* 21:1425-1435. DOI: 10.1016/j.foodcont.2010.04.028.
- 10.- Singh J. (2013) Interactive packaging, *Packaging World Magazine*.
- 11.- Vanderroost M., Ragaert P., Devlieghere F., De Meulenaer B. (2014) Intelligent food packaging: The next generation. *Trends in Food Science & Technology* 39:47-62. DOI: 10.1016/j.tifs.2014.06.009.
- 12.- Vu C.H.T., Won K. (2013) Novel water-resistant UV-activated oxygen indicator for intelligent food packaging. *Food chemistry* 140:52-6. DOI: 10.1016/j.foodchem.2013.02.056.

Eva Cristina Correa Hernando, Belén Diezma Iglesias

Laboratorio de Propiedades Físicas y Técnicas Avanzadas en Agroalimentación (LPF-TAGRALIA)

Profesoras de la Universidad Politécnica de Madrid.

Agradecimientos

Este trabajo se ha realizado gracias al apoyo de las Acciones AL14-PID-38 y AL11-PID-06 financiadas por la Universidad Politécnica de Madrid, la red internacional de CYTED HORTIFRESCO (113RTO480) y del Grupo de Investigación LPF-TAGRALIA.